تأثیر رژیم‌های آبیاری و ترکیب‌های کودی بر عملکرد دو رقم سیب‌زمینی در فریدن

زلیخا میری[۱]، جعفر اصغری[۲*] و خدابخش پناهی کرد لاغری[۳]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۸)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری و ترکیب‌های کودی مختلف بر دو رقم سیب‌زمینی، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبارخردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقات کشاورزی فریدن اصفهان در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ اجرا شد. در این مطالعه دو رقم آرینداو نویتا در کرت‌های اصلی، آبیاری پس از تبخیر ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر آب از سطح تشتک (به ترتیب آبیاری مطلوب، تنش خشکی متوسط و تنش خشکی شدید)، در کرت‌های فرعی و ترکیب‌های کودی به ترتیب شامل ۱- ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، ۲- ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز،۳- سولفات روی و سولفات منگنز هر کدام ۴۰ کیلوگرم در هکتار و ۴- ۲۰ تن کود دامی پوسیده در هکتار در کرت‌های فرعی فرعی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد غده در متر مربع، متوسط وزن غده و تعداد کل غده‌ها در رقم آرینداو بیشتر از رقم نویتا است. با کاهش آبیاری میزان عملکرد غده در متر مربع و متوسط وزن غده کاهش یافت. بیشترین تعداد غده بذری (با قطر ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر) و بازاری (مجموعهٔ غده‌های درشت و بذری) و کمترین تعداد غدهٔ ریز (قطرکمتر از ۳۵ میلی‌متر) تحت تنش خشکی متوسط حاصل گردید. تیمارهای مصرف Mn + Zn و کود دامی، عملکرد و متوسط وزن غدهٔ بیشتری نسبت به بقیه تیمارها تولید کردند. هیچ یک از اثرات متقابل معنی‌دار نگردید. رقم آرینداو، آبیاری مطلوب و مصرف کود دامی به همراه کودهای کم مصرف روی و منگنز بیشترین عملکرد غده را تولید کرد. در صورتی که هدف تولید محصول بذری باشد رقم آرینداو در شرایط تنش خشکی متوسط می‌تواند تولید تعداد غده‌های بذری بیشتری کند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب کودی، رژیم آبیاری، سیب‌زمینی، عملکرد

مقدمه

عملکرد پایین محصولات کشاورزی در بسیاری از کشورها در درجهٔ اول مربوط به کمبود عناصر غذایی است (۸). سیب‌زمینی با عملکرد ۳۰۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۲ میلادی، در رتبه چهارمین محصول خوراکی مهم دنیا قرار گرفت (۱۲). در ایران، استان اصفهان با دارا بودن ۱۰/۹۷ درصد اراضی زیر کشت سیب‌زمینی کشور مقام دوم سطح و با تولید سالانه ۱۰/۶ درصد، رتبه سوم کشوری از لحاظ مقدار تولید را دارا می باشد. فریدن مهم‌ترین شهرستان تولید کنندهٔ سیب‌زمینی در این استان است (۱). با توجه به حساسیت سیب‌زمینی به کم آبی، آبیاری به موقع و کافی به همراه عناصر غذایی مورد نیاز باعث بهبود فرایند فتوسنتز و افزایش عملکرد می‌گردد(۲ و ۱۴). تنش

۱. کارشناس ارشد مرکز آموزش عالی جهاد کشاورزی اصفهان

۲. دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

۳. استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jafarasghari@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

رطوبتی به ویژه در طول دورهٔ رشد سریع رویشی، باعث تأخیر در رشد گیاه، پیری زودرس، ریزش برگ‌ها، افزایش برگ‌های مرده، کاهش حداکثر شاخص سطح برگ و کم شدن دوام سطح برگ می‌شود (۱۹). زروست (۳۳) گزارش کرد که اعمال تنش رطوبتی در مرحلهٔ سبز شدن سبب کاهش تعداد ساقه‌ها در سیب زمینی می‌گردد. ماروتانی و کروز (۲۶) نشان دادند که در پتانسیل آب خاک ۱۰ کیلوپاسکال، عملکرد کل غده و عملکرد غده‌های بازاری (غده‌های بزرگ‌تر از ۳۰ میلی‌متر) در اثر رطوبت بالای اطراف ریشه، کمبود اکسیژن، شسته شدن عناصر غذایی از محیط ریشه، زرد شدن و ریزش برگ‌های مسن‌تر کاهش می‌یابد. هم‌چنین کاهش آب در زمان شروع تشکیل غده‌ها (Tuber initiation)، باعث کاهش بیشتری از عملکرد در مقایسه با سایر دوره‌ها گردید (۱۴). برخی از محققان اوایل دورهٔ حجیم شدن غده‌ها را جزء حساس‌ترین مراحل رشدی سیب‌زمینی به کم‌آبی گزارش نموده‌اند (۱۹ و ۲۳). در آزمایش مزرعه‌ایی با سیستم آبیاری قطره‌ای در ایستگاه یاماگوجی ژاپن، با افزایش مقدار مصرف آب از ۲۵ درصد تبخیر از تشتک تبخیر به ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد، عملکرد غده از طریق افزایش تعداد و میانگین وزن غده افزایش یافت (۳۲). اعمال تنش رطوبتی در دورهٔ تشکیل غده‌ها، کاهش تعداد غده را به همراه داشت (۲۰). اما تیمارهای مختلف آبیاری بعد از تشکیل غده‌ها تأثیری بر تعداد غده‌ها نداشت و عمدهٔ تأثیر آن بر اندازه و متوسط وزن غده‌ها بود (۲۴).

محصول سیب‌زمینی نسبت به منگنز بسیار حساس، نسبت به روی دارای حساسیت متوسط و نسبت به آهن، مس، بر و مولیبدن دارای حساسیت کمی می‌باشد (۸). در هند گزارش شده است که سیب‌زمینی در هر فصل زراعی به میزان ۱۶۰، ۱۲، ۹، ۱۲ و ۵۰ گرم به ازای هر تن محصول به ترتیب از عناصر کم‌مصرف آهن، منگنز، روی، مس و بر از زمین برداشت می‌کند (۳۱). به گزارش بهره‌مند (۴)، افزودن کودهای آلی در طول فصل زراعی به خاک باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها و نگهداری آب خاک در یک سوم و ۱۵ بار می‌شود. پورتنر و اوپنا (۲۹) با افزایش بهبود دهنده‌های خاک مانند کود حیوانی به مزرعه، پس از یک فصل زراعی، شاهد بالا رفتن میزان مواد آلی خاک، جذب پتاسیم و منیزیم، ظرفیت تبادلات کاتیونی و نیز دانه‌بندی خاک شدند. راوه و اونی ملیچ (۳۰) گزارش کردند که با افزودن ۴ درصد وزنی کود دامی کمپوست شده به یک خاک متراکم، میزان محصول سیب زمینی در سال اول دو برابر و در سال دوم سه برابر شد که عمده این افزایش به بهبود فعالیت بیولوژیکی و ساختمان خاک مرتبط بود. طی آزمایشی سه ساله در شمال شرقی آمریکا، مصرف ۲۲ تن کود کمپوست و ۴۵ تن کود گاوی در هکتار در مزرعه سیب‌زمینی باعث افزایش ۲۳% در عمکرد سال اول، ۷۵% در سال دوم و ۱۱ % در سال سوم شد(۲۹). اسماعیلی (۳)، نشان داد که به دلیل اثرات مثبت کود آلی بر جذب عناصر ریز مغذی، کاربرد هم‌زمان آن با عناصری نظیر منگنز و مس، به خصوص در خاک‌های آهکی ایران عملکرد دانه گندم را بیشتر از مصرف به تنهایی هر یک از کودهای مذکور بالا می‌برد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی رزوه شهرستان فریدن واقع در ۱۲۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در اواخر خرداد ۱۳۸۲ اجرا گردید. بافت خاک زمین مورد آزمایش رسی- سیلتی با بیش از ۴۴% رس، جرم حجمی برابر ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ظرفیت مزرعه ۲۵/۶ درصد و پژمردگی دائم ۱۵/۶ درصد وزنی بود. دو رقم سیب‌زمینی آریندا و نویتا در کرت‌های اصلی، سه رژیم آبیاری پس از ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A در کرت‌های فرعی و ترکیب‌های کودی شامل ۱ - ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، ۲- ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، ۳- سولفات روی و منگنز هر کدام ۴۰ کیلوگرم در هکتار و بالاخره ۴- ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده (۲۵% وزنی رطوبت) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند(جدول ۲).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

NPK مورد نیاز با استفاده از نتایج آزمون خاک (جدول ۱) به مقدار ۳۰۰، ۷۵ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در طی فصل رشد به زمین اضافه گردید. کودهای فسفره و پتاسه قبل از کاشت و کود ازته در سه نوبت، ۲۰۰ کیلوگرم در زمان کاشت، سرک اول ۵۰ کیلوگرم در هنگام به گل رفتن و سرک دوم ۵۰ کیلوگرم ۱۵ روز بعد از سرک اول مصرف شد. به دلیل آهکی بودن خاک منطقه، جهت تعدیل PH خاک و کمک به جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه (۶) در زمان کاشت مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد پودری به خاک افزوده شد. کودهای روی و منگنز به صورت سولفات (۸) به مقدار توصیه شده هم‌زمان با کاشت به صورت دستپاش مصرف و همراه با شخم در زیر خاک قرار گرفتند. کود دامی پوسیده با شخم و در اول فصل مصرف شد.

شخم اولیه با استفاده از گاوآهن پشت تراکتوری در عمق ۲۵ سانتی‌متری انجام و سپس کلوخه‌ها با دیسک خرد شدند. ابعاد کرت‌ها ۴/۵ ×۶ متر و جهت تمایز کرت‌های فرعی فرعی از یکدیگر یک پشته نکاشت و بین کرت‌های فرعی و همین‌طور اصلی یک متر فاصله منظور گردید. غده‌های سیب‌زمینی با قطر ۵۵-۳۵ میلی‌متر برای کاشت انتخاب شدند. در صورت بزرگ‌تر بودن غده‌ها به شرط وجود چند چشم در هر قطعه (به منظور جوانه زنی مناسب) به قطعات کوچک‌تر تقسیم شدند. غده‌های هر دو رقم از بخش تهیه و اصلاح بذر و نهال مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان تهیه شد. عمل کاشت توسط دستگاه سیب‌زمینی‌کار با اعمال فاصله بین ردیف، روی ردیف و عمق به ترتیب ۷۰، ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر در کرت‌هایی شامل ۶ پشته به طول ۶ متر در تاریخ ۲۵ خرداد صورت گرفت. برخی ویژگی‌های ارقام کشت شده در جدول ۳ آمده است (۱۰).

در این مطالعه آبیاری بر حسب میزان تبخیر از تشتک کلاس A که در نزدیکی مزرعه در محلی دور از سایه نصب شد، تنظیم و اعمال گردید. اولین آبیاری یک روز پس از کشت در تاریخ ۲۶ خرداد و دومین آبیاری دو هفته بعد صورت گرفت. آبیاری‌های بعدی براساس تیمارها و برحسب میزان تبخیر از تشتک انجام شد. آبیاری به صورت جوی پشته‌ایی و با به کارگیری سیفون انجام پذیرفت. در تیمار اول آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک، در تیمار دوم پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی و در تیمار سوم آبیاری پس از ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر صورت گرفت که به ترتیب گیاه تحت آبیاری مطلوب، خشکی متوسط و خشکی شدید قرار گرفت. جهت کنترل علف‌های هرز از سم متریبوزین (سنکور)، به مقدار ۱۲۰۰ گرم در هکتار حدوداً یک هفته پس از کشت (قبل از سبز شدن بوته‌ها) استفاده شد. آفات مزرعه با مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار سم پروفنوفوس (کرواکران)کنترل گردید. برای اجرای صحیح نمونه‌برداری و حذف اثرات حاشیه‌ای، بوته‌های واقع در ردیف‌های کناری و نیز بوته‌های واقع در نیم متری ابتدا و انتهای کرت‌ها در نظر گرفته نشدند. تعداد ساقه اصلی (به عنوان جزئی از عملکرد)، زمانی اندازه‌گیری شد که گیاه دوره رشد سبزینگی خود را سپری کرده و در دوره رشد زایشی قرار داشت. برداشت نهایی در هفته آخر مهر به صورت دستی از دو ردیف میانی و با حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت صورت گرفت. بدین ترتیب سطح برداشت از هر کرت ۵/۶ مترمربع شد. پس از برداشت، کلیه غده‌های مربوط به هر کرت توزین و شمارش شدند. با تقسیم وزن کل غده‌ها به تعداد آنها، میانگین وزن هر غده محاسبه گردید. غده‌ها سایزبندی و پس از شمارش در کیسه‌هایی به طور جداگانه جمع‌آوری شدند. غده‌هایی با قطر بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر جزء غده‌های درشت، با قطر بین ۳۵ تا۵۵ میلی‌متر، غده‌های متوسط (بذری) و غده‌هایی با قطر کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر در گروه غده‌های ریز طبقه بندی شدند. مجموع غده‌های درشت و بذری، غده‌های بازاری را تشکیل داد (۲ و ۱۱).

شاخص برداشت نیز از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۵).

$$\frac{\text{عملکر غده در زمان برداشت}}{\text{حداکثر وزن اندام‌های هوایی در طول فصل رشد + عملکرد غده در زمان برداشت}}$$

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATC انجام و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

جدول ۱. نتایج آزمون خاک قطعه آزمایشی کشت ارقام سیب زمینی در فریدن اصفهان

هدایت الکتریکی dS m-1	pH	کربن آلی %	P قابل جذب Mg Kg-1	K قابل جذب Mg Kg-1	Zn Mg Kg-1	Fe Mg Kg-1	Mn Mg Kg-1	Cu Mg Kg-1
۰/۹۵	۷/۷	۰/۵	۲۵/۹	۴۱۰	۶/۶	۵/۶	۱۳/۸	۲/۸

جدول ۲. نتایج تجزیه کود گاوی پوسیده

ازت(N) %	فسفر(P) %	پتاسیم(K) %	کلسیم(Ca) %	منیزیم(Mg) %	سدیم(Na) %	گوگرد(S) %	روی(Zn) Mg Kg1	مس(Cu) Mg Kg1	منگنز(Mn) Mg Kg1	آهن(Fe) Mg Kg1
۲/۲۴	۰/۵۸	۱/۹	۱	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۳۹	۱۸۶	۶۰	۳۵۰/۲۶	۱۹۵۰/۱۸

جدول ۳. برخی ویژگی‌های ارقام سیب‌زمینی کشت شده

رقم	رسیدگی	پوشش گیاهی	رنگ پوست	شکل غده	عمق چشم	اندازه غده
آریندا	متوسط‌رس	خوب	زرد	بیضی کشیده	سطحی	بزرگ
نویتا	زودرس	خوب	زرد روشن	بیضی گرد	سطحی	متوسط

در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد ساقه در بوته

تعداد ساقه در بوته در دو رقم، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با این وجود رقم آریندا نسبت به رقم نویتا تعداد ساقه در بوته بیشتری داشت. صفت تعداد ساقه به شدت در کنترل ویژگی‌های وراثتی و سن فیزیولوژیکی غده‌ها می‌باشد (۲۳) و شرایط محیطی نقش چندانی در این امر ندارد (۲). با این وجود شرایط نامساعد بخصوص تنش‌های رطوبتی در مراحل اولیه دوره رشد گیاه که مصادف با بیرون زدن "جست‌ها" از چشم‌ها است، می‌تواند اثرات نسبی داشته باشد (۲ و۳۳). از آنجایی که تعداد ساقه در بوته عمدتاً توسط رقم گیاه تعیین می‌شود، تغییر میزان آبیاری، نوع و مقدار عناصر غذایی خاک نمی‌تواند بر تعداد ساقهٔ تولیدی توسط گیاه سیب‌زمینی تأثیر داشته باشد. از این رو رژیم‌های آبیاری و ترکیب‌های کودی تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد ساقه در بوته این گیاه نداشتند.

تعداد کل غده در بوته

ارقام از لحاظ تولید تعداد کل غده در بوته باهم تفاوت معنی‌داری داشتند . رقم آریندا با تولید متوسط ۶/۵۱ غده در هر بوته نسبت به رقم نویتا با میانگین تولید ۵/۴۷ غده در بوته برتری داشت (جدول ۴). افزایش تعداد غده در بوته می‌تواند حاصل بیشتر بودن تعداد غده در هر ساقه و افزایش تعداد ساقه در هر بوته باشد. ارقام مختلف از لحاظ تعداد ساقه در بوته و تعداد غده‌های تولیدی به ازای هر ساقه تفاوت زیادی دارند (۲۳). دلیل بیشتر بودن تعداد کل غده رقم آریندا را می‌توان به پتانسیل ژنتیکی این رقم در تولید تعداد غده بیشتر به ازای هر ساقه نسبت داد. تیمارهای آبیاری و کودی نتوانستند تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد کل غده در بوته داشته باشند. این نتایج اگرچه با یافته‌های هنگ و میلر (۱۹) مغایرت داشت ، ولی با نظر فابریو و همکاران (۱۷) که دریافتند محدودیت آبیاری در تمام دوره‌های رشدی و یا در یک یا چند مرحله از رشد نمی‌تواند تأثیر معنی‌داری بر تولید تعداد کل غده‌ها به ازای هر بوته داشته باشد مطابقت دارد . در تحقیق دیگری اعمال آبیاری پس از ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک نتوانست تأثیر معنی‌داری بر تعداد غده در بوته داشته باشد (۷).

تعداد غده‌های درشت در بوته

دو رقم سیب‌زمینی مطالعه شده از نظر تولید تعداد غده‌های درشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در صورتی‌که تفاوت بسیار معنی‌داری در رژیم‌های آبیاری از نظر صفت مذکور مشاهده شد. تیمار آبیاری مطلوب با تولید ۰/۱۳۵ غده در بوته بیشترین و تیمار تنش خشکی شدید با تولید ۰/۰۱۱ غده در بوته، کمترین تعداد غده درشت را ایجاد کرد (جدول۴). متناسب با کاهش مقدار آب مصرفی از رژیم‌های آبیاری مطلوب به تنش خشکی شدید، کاهش عملکرد و میانگین وزن غده رخ داد. از طرفی رژیم‌های مختلف آبیاری از لحاظ تولید تعداد کل غده به ازای هر بوته اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، از این رو متناسب با کاهش متوسط وزن غده از تیمار آبیاری مطلوب به تیمار خشکی شدید، تعداد غده‌های درشت نیز کاهش یافت. نتایج حاصل با یافته‌های حقیقت (۵) مطابقت دارد. با وجود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

جدول ۴. جدول مقایسه میانگین اثر رقم، آبیاری و ترکیب‌های کودی بر عملکرد و اجزاء عملکرد، درجات اندازه‌ای غده‌ها و شاخص برداشت سیب‌زمینی

تیمار	تعداد ساقه در بوته	تعداد کل غده در بوته	تعداد غده درشت در بوته	تعداد غده بازاری در بوته	تعداد غده بذری در بوته	تعداد غده ریز در بوته	میانگین وزن غده (گرم)	عملکرد در مترمربع (کیلوگرم)	شاخص برداشت
رقم									
آریندا	۶/۷۹ a	۶/۵۲ a	۰/۰۹۸ a	۴/۰۴ a	۳/۹۴ a	۲/۴۸ a	۱۳۱/۸۰ a	۳/۶۶ a	۰/۵۴ a
نویتا	۵/۳۶ a	۵/۵۰ b	۰/۰۵۹ a	۲/۹۰ a	۲/۸۷ b	۲/۵۵ a	۱۱۹/۴۰ b	۲/۶۰ b	۰/۵۴ a
آبیاری									
پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر	۶/۴۰ a	۵/۶۰ a	۰/۱۳۵ a	۳/۱۵ b	۳/۰۱ b	۲/۴۷ b	۱۵۶/۶۰ a	۳/۷۸ a	۰/۵۵ a
پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر	۶/۲۲ a	۵/۹۰ a	۰/۰۸۸ b	۴/۱۳ a	۴/۰۵ a	۱/۷۷ c	۱۳۴/۰۰ b	۳/۳۴ b	۰/۵۳ a
پس از ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر	۵/۶۰ a	۶/۴۸ a	۰/۰۱۱ c	۳/۱۸ b	۳/۱۶ b	۳/۳ a	۸۶/۰۰ c	۲/۲۸ c	۰/۴۹ a
تیمار کودی									
سولفات روی	۶/۰۲ a	۴/۷۰ a	۰/۰۸۳۳ a	۳/۳۲ a	۲/۲۴ a	۲/۳۸ a	۱۱۷/۰۰ b	۲/۹۲ b	۰/۵۲ a
سولفات منگنز	۵/۶۶ a	۵/۹۵ a	۰/۰۶۶ a	۳/۱۵ a	۳/۰۸ a	۲/۸۰ a	۱۰۸/۸۰ b	۳/۰۰ b	۰/۵۴ a
سولفات روی و منگنز	۶/۲۲ a	۶/۰۰ a	۰/۰۶ a	۳/۶۶ a	۳/۶۰ a	۲/۳۵ a	۱۴۴/۰۰ a	۳/۳۸ a	۰/۵۴ a
کود حیوانی	۶/۳۸ a	۶/۳۳ a	۰/۱۰۴ a	۳/۸۱ a	۳/۷۰ a	۲/۵۳ a	۱۳۲/۰۰ ab	۳/۲۲ ab	۰/۴۹ a

اختلاف اعداد مربوط به هر متغیر در ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

بالاتر بودن تعداد غده‌های درشت در تیمار مصرف کود حیوانی، تیمارهای مختلف کودی تأثیر معنی‌داری بر تعداد غده‌های درشت نداشتند. هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارهای مختلف بر تولید تعداد غده‌های درشت معنی‌دار نگردید (جدول آورده نشد).

تعداد غده‌های بازاری در بوته

دو رقم از لحاظ تعداد غده های بازاری در بوته با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. تنش خشکی متوسط با تولید تعداد ۴/۱۳ غده بازاری در بوته برتری معنی‌داری را بر دو تیمار دیگر آبیاری نشان داد (جدول ۴). بالاتر بودن تعداد غده بازاری در این تیمار به دلیل بیشتر بودن تعداد غده‌های بذری می‌باشد. چون تعداد غده‌های درشت در این تیمار نسبت به تیمار اول آبیاری کمتر بود. ترکیب‌های کودی بر تعداد غده‌های بازاری اثر معنی‌داری نداشتند. در صورتی‌که گروال و تریهان (۱۸) گزارش کردند که مصرف کود حیوانی باعث افزایش تعداد غده‌های بازاری می‌گردد. آثار متقابل رقم، آبیاری و تیمار کودی بر صفت تعداد غدهٔ بازاری نیز معنی‌دار نشد .

تعداد غده‌های ریز در بوته

دو رقم کشت شده در تولید تعداد غده‌های ریز در بوته با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. اما تأثیر رژیم‌های آبیاری بر تعداد این غده‌ها بسیار معنی‌دار شد. تیمار خشکی شدید به دلیل شرایط نامطلوب رطوبتی خاک و در نتیجه اختلال در تأمین آب و مواد غذایی کافی برای گیاه، نتوانست غده‌های موجود را به حد کافی پر و حجیم نماید، بنابراین به غده‌های ریز غیر قابل مصرف تبدیل شدند. این امر باعث شد که شمار این گونه غده‌ها در تیمار خشکی شدید بالا رود. اما بر خلاف انتظار، در تیمار آبیاری مطلوب کمترین تعداد غده‌های ریز مشاهده نشد بلکه تیمار تنش خشکی متوسط کمترین تعداد غده‌ها ریز را دارا بود. به نظر می‌رسد تقسیم مواد پرورده در بین تعداد غده‌های یکسان در این تیمار متعادل‌تر صورت گرفت. تیمارهای مختلف کودی از لحاظ تولید تعداد غده‌های ریز در هر بوته با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه هم معنی‌دار نگردید.

میانگین وزن غده

رقم آریندا با دارا بودن میانگین وزن غده برابر ۱۳۱/۸ گرم نسبت به رقم نویتا که دارای میانگین وزن غده برابر ۱۱۹/۴ گرم بود، برتری معنی‌داری داشت. این نتیجه با یافته‌های لینچ وتای (۲۳) همخوانی دارد. آنها تغییر میانگین وزن غده در سیب‌زمینی را بیش از هر چیز معلول نوع رقم می دانند، هرچند که شرایط محیطی نیز می‌توانند تأثیرگذار باشند. بیشتر بودن میانگین وزن غده‌ها در رقم آریندا به دلیل تولید تعداد غدهٔ درشت بیشتر و تعداد غده ریز کمتر بود (جدول ۴). میانگین وزن غده‌ها در رژیم‌های مختلف آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. متوسط وزن غده‌ها در شرایط آبیاری کافی و مطلوب ۱۵۶/۶ گرم، در تنش خشکی متوسط ۱۳۴ گرم و در تنش خشکی شدید ۸۶ گرم بود. میانگین وزن غده با عملکرد رابطه مستقیم و با تعداد غده رابطه عکس دارد. مناسب‌تر بودن شرایط رطوبتی خاک و در نتیجه تأمین آب و عناصر غذائی کافی برای گیاه، باعث فتوسنتز بهتر و تولید مواد پرورده بیشتری خواهد شد. از طرفی چون تعداد کل غده تولیدی در هر بوته در کنترل خصوصیات ارثی گیاه بوده و بنابراین رژیم‌های آبیاری از این لحاظ تفاوت معنی‌دار با هم نداشتند (۲۳)، مواد پرورده تولید شده صرف افزایش وزن و حجم غده‌های موجود شد. نتایج فوق با نتایج دبلوند و لدنت (۱۶) و یوآن و نیشیاما (۳۲) مطابقت دارد.

وزن غده به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. اگر چه تیمار مصرف توأم سولفات روی و منگنز با داشتن بالاترین متوسط وزن غده (۱۴۴ گرم) تفاوت معنی‌دار با تیمار مصرف کود حیوانی (۱۳۲ گرم) نداشت ولی با دو تیمار دیگر این تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۴). بین مصرف جداگانه سولفات روی و سولفات منگنز از لحاظ تأثیر بر وزن

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

متوسط غده تفاوت معنی‌داری دیده نشد. هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها بر متوسط وزن غده‌ها معنی‌دار نگردید.

عملکرد غده

اثر رقم و رژیم آبیاری بر میزان عملکرد غده بسیار معنی‌دار گردید و رقم آریندا با تولید ۳/۶۶ کیلوگرم غده در مترمربع نسبت به رقم نویتا با تولید ۲/۶ کیلوگرم غده در مترمربع برتری بسیار معنی‌داری نشان داد. بیشتر بودن میانگین وزن غده و تعداد کل غده در بوته در رقم آریندا، عملکرد بالاتر غده را در این رقم باعث گردید (جدول ۴). تأثیرپذیری عملکرد و اجزاء آن از ژنوتیپ توسط لینچ و تای (۲۳) نیز گزارش شده است

براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تیمارهای اول، دوم و سوم آبیاری به ترتیب با تولید ۳/۷۸، ۳/۳۴، ۲/۲۸ کیلوگرم غده در متر مربع در سطوح اول تا سوم قرار گرفتند (جدول ۴). آزمایش‌های هنک و میلر (۱۹)، و یوآن و نیشیاما (۳۲) نیز واکنش‌های مثبت عملکرد را در برابر مصرف آب نشان دادند. نتایج فوق با یافته‌های نادلر و هیبور (۲۷) مطابقت ندارد. تفاوت عملکرد موجود بین سه تیمار آبیاری تنها ناشی از تفاوت معنی‌دار میانگین وزن غده به عنوان یک جزء مهم عملکرد است (جدول ۴).

تعداد ساقه و تعداد کل غده در هر بوته تأثیر محسوسی از رژیم آبیاری نپذیرفتند. این نتایج بیانگر این مطلب است که ارقام مورد آزمایش نسبت به تنش رطوبتی در دوره حجیم شدن غده‌ها (در مقایسه با سایر مراحل رشد و نمو) حساس‌تر هستند. علاوه بر اینکه حساسیت رقم نویتا در این مرحله از رشد به کم‌آبی شدیدتر بود و غده‌هایی با میانگین وزن کم‌تر و در نتیجه عملکرد پایین‌تر تولید کرد. این نتایج با نتایج لینچ و تای (۲۳) موافق و با نتایج هاورکورت و واندی وارت (۲۰) و مک‌کرون و جفریس (۲۵) مغایرت دارد. عملکرد حاصل از تیمار آبیاری مطلوب به دلیل بالاتر بودن شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در مرحله پرشدن غده‌ها، بیشتر از عملکرد حاصل از تیمار خشکی متوسط و خشکی شدید بود. قرار گرفتن بوته‌های سیب‌زمینی تحت تنش آب احتمالاً از طریق کاهش دریافت تابش خورشیدی و کاهش بازده فتوسنتز سایه‌انداز منجر به از دست رفتن عملکرد بالقوه شده است(۱۶).

اثر ترکیب‌های کودی بر عملکرد غده در سطح ۵% معنی‌دار شد (جدول ۴). مصرف مخلوطی از کودهای سولفات روی و سولفات منگنز (*F3*) با تولید ۳/۳۸ کیلوگرم غده در مترمربع بدون داشتن تفاوت معنی‌دار با مصرف کود حیوانی (*F4*) با تولید ۳/۲۲ کیلوگرم غده در مترمربع، نسبت به مصرف جداگانه هر یک از کودهای کم مصرف مذکور برتری داشت. عملکرد غده در تیمار ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشت. بالاتر بودن عملکرد غده در تیمار سولفات روی و منگنز و کود دامی به خاطر بیشتر بودن میانگین وزن غده آنها بود زیرا سایر اجزای عملکرد از تیمار کودی تأثیر معنی‌داری نپذیرفتند (جدول ۴). در خاک‌های آهکی جذب عناصر منگنز و روی پایین می‌باشد و با توجه به حساسیت گیاه سیب‌زمینی نسبت به این دو عنصر (۸)، مصرف کودهای سولفات روی و منگنز می‌تواند اثرات مثبتی در میزان عملکرد غده داشته باشد. احتمالاً کود دامی به دلیل تأمین بعضی عناصر غذایی گیاه، بهبود خاصیت فیزیکی و شیمیایی خاک به‌ویژه افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و کاهش پی اچ خاک و به‌دنبال آن کمک به جذب عناصر کم مصرف، نقش مهمی در افزایش عملکرد غده ایفا می‌کند. نتایج حاصل با یافته‌های اوپنا و پورتنر (۲۸) در راستای بهبود عملکرد غده در اثر مصرف کودهای آلی هم‌خوانی دارد. آثار متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارهای کودی با ارقام و رژیم‌های آبیاری معنی‌دار نگردید.

شاخص برداشت

اگر چه تفاوت شاخص برداشت بین ارقام معنی‌دار نشد، ولی رقم آریندا از شاخص برداشت بالاتری نسبت به رقم نویتا برخوردار بود. تیمارهای آبیاری نیز از لحاظ میزان تأثیرگذاری

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

بر شاخص برداشت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. عدم تأثیرپذیری شاخص برداشت از رژیم آبیاری با نتایج دبلوند و لدنت (۱۵) مطابقت دارد. اما با نتایج جفریس (۲۲) و جفریس و مک کرون (۲۱) مغایرت دارد. تیمارهای کودی شاخص برداشت را تحت تأثیر معنی‌داری قرار ندادند. در توجیه نتایج فوق می‌توان به گزارش آلن و اسکوت (۱۳) و مک‌کرون (۲۴) مبنی بر ثابت ماندن شاخص برداشت سیب‌زمینی تحت شرایط مختلف محیطی اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

رقم آریندا با داشتن اجزای عملکرد بهتر نسبت به رقم نویتا، عملکرد بیشتری نیز داشت. با توجه به حساسیت سیب‌زمینی به میزان و دور آبیاری، تأمین آب کافی در تمامی مراحل رشد و نمو گیاه باعث بهبود عملکرد آن شد. ولی نکته قابل توجه این‌که اعمال تنش خشکی متوسط منجر به تولید غده‌هایی با اندازه بذری شد. این محصول به هیچ وجه تحمل تنش خشکی شدید حتی در شرایط کم آبی و اضطراری را ندارد. بر خلاف تصور عموم که تأثیر ریزمغذی‌ها را تنها بر کیفیت محصول می‌دانند، مصرف توأم کودهای روی و منگنز باعث افزایش عملکرد شد. کود دامی و ترکیب Zn + Mn ضمن داشتن عملکرد بیشتر نسبت به مصرف مجزای کود روی و منگنز، تفاوت معنی‌داری نداشتند. به نظر می‌رسد تعداد غده بیشتر در کنترل ژنتیک گیاه باشد (۲۳) و در واقع نوع رقم توانست تعداد غده در بوته را تحت تأثیر قرار دهد در صورتی‌که شرایط مختلف محیطی تنها بر درجات اندازه‌ای غده‌ها تأثیر گذاشت.

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی سال ۷۹-۱۳۷۸، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۲. امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۷۳. *مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی* (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. اسماعیلی، م. ۱۳۷۸. بررسی اثرات مقادیر مختلف منگنز، مس و مواد آلی بر عملکرد و کیفیت گندم آبی. گزارش نهایی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان، نشریه شماره ۶۱.

۴. بهره‌مند، م.ر. ۱۳۷۸. اثرات کوتاه‌مدت و میان‌مدت کودهای آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. حقیقت، ا. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در دو مرحله از رشد سیب‌زمینی. ویژه‌نامه آبیاری ۱۲(۱۰): ۲۹-۳۵.

۶. رفیع، م.ج. ۱۳۷۰. *فیزیک خاک*. انتشارات دانشگاه تهران.

۷. رفیع، م.ر. و ع. دارابی. ۱۳۸۳. اثرات دور آبیاری بر عملکرد کل و قابل فروش و اجزای عملکرد سه کولتیوار سیب‌زمینی در استان خوزستان. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۸. ضیائیان، ع. ح. ۱۳۸۲. *استفاده از عناصر کم مصرف در کشاورزی*. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

۹. کوچکی، ع.، الف. سلطانی و م. عزیزی. ۱۳۷۶. *اکوفیزیولوژی گیاهی* (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۰.مرتضوی‌بک، الف. ۱۳۷۹. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام زودرس و دیررس در کشت بهاره سیب‌زمینی. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورز استان اصفهان، شماره۵۴/۲۵۶: ۳۰۸-۳۱۶.

۱۱.مرتضوی‌بک، الف. و ف. رئیسی. ۱۳۷۹. تأثیر تأخیر آبیاری و تاریخ برداشت بر خواص کمی و کیفی ارقام کوزیما و مورن سیب‌زمینی. نهال و بذر ۱۶: ۱۵۹-۱۷۱.

12. Anonymous. 2002-2003 Canadian potato, Situation and Trads, Agriculture and Agri-food Canada. Market and Industry service branch in: http://www. Agr.ca.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]

13. Allen, E. J. and R. K. Scott. 1980. An analysis of growth of the potato crop. J. Agric. Sci. 94: 583-606.
14. Costa-L-dalla, Vedove-G-deller, Gianquinto-G and Glovanardi-R. 1997. Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato influence of drought stress. Potato Res. 40: 19-34.
15. Deblonde, P. M. K. and J. F. Ledent. 2000. Effects of moderate drought conditions on crop growth parameters and earliness of six potato cultivars under field conditions. Agronomic 20: 595-608.
16. Deblonde, P. M. K. and J. F. Ledent. 2001. Effect of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length, and tuber yield of potato cultivars. J. Agron. 14: 31-41.
17. Faberio C., F. Martin de santa Olalla and J. A. de Juan. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. J. Agric. Water 48: 255-260.
18. Grewal, J. S. and S. P. Trehan. 1983. Residual effect of phosphorus and potassium fertilizer and farmyard manure on potato nutrient uptake and soil fertility. Ind. J. Agric. Sci. 53: 65-72.
19. Hang, A. N. and D. E. Miller. 1986. Yield and physiology response of potatoes to water deficit, high frequencies sprinkler irrigation. Agron. J. 18: 436-440.
20. Haverkort, A. J., M. Van de Waart and K. B. A. Bodlaeander. 1990. The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolen of potato in controlled and field conditions. Potato Res. 33: 89-96.
21. Jefferies, R. A. and D. K. L. MacKerron. 1993. Responses of potato genotypes to drought. II. Leaf area index growth and yield. Ann. Appl. Biol. 122: 105-112.
22. Jefferis, R. A. 1992. Effect of drought on chlorophyll fluorescence in potato (*Solanum tuberosum* L.) II. Relations between plant growth and measurements of fluorescence. Potato Res. 35: 35-40
23. Lynch, D. R. and G. C. Tai. 1989. Yield and yield component response of eight potato to water stress. Crop Sci. 29: 1207-1211.
24. MacKerron, D. K. L. 1985 A simple model of potato growth and yield. I. Validation and external sensitivity. Agric. and Forest Meteorol. 34: 285-300.
25. Mackerron, D. K. L. and R. A. Jefferies. 1986. The influence of early soil moisture stress on tuber numbers in potato. Potato Res. 29: 299-312.
26. Marutani, M. and F. Cruz. 1989. Influence of supplement irrigation on development of potato in the tropics. Hort. Sci. 24: 920-923.
27. Nodler, A. and B. Heuer. 1995. Effect of saline irrigation and water deficit on tuber quality. Potato Res. 38: 119-123.
28. Opena, G. B. and G. A. Portner. 1999. Soil management and supplement irrigation effects on potato: II. Root growth. Agron. J. 91: 426-431.
29. Portner, G. A., G. B. Opena, W. Bart Baradbury and et.all. 1999. Soil Management and supplement irrigation effect on potato: I. Soil properties, tuber yield and quality. Agron. J. 91: 416-425.
30. Raveh, A. and Y. Avnimelech. 1979. Leaching of pollutants from salinity landfills models. J. Water Pollut. Control Fed. 51: 2705-2716.
31. Tandon, H. L. S. 1995. Micronutrients in Soils, Crops and Fertilizers. A sourcebook Director. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
32. Yuan, B. Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effect of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agric. Water Manag. 63: 153-167.
33. Zerust, J. 1995. The effects of drought on the potato leaf area. CAB Abstracts.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.16.5]